

Nanofotónica, el remplazo de la era de la electrónica

Autores: Litzy Lilian García Faustino. Estudiante de la Licenciatura de Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP).

José Pablo Estrella Leyva. Estudiante de la carrera Técnico Superior Universitario en Nanotecnología Área Materiales en la Universidad Tecnológica de Altamira

El control sobre la luz es algo que nos ha cautivado desde tiempos remotos, mencionando a Isaac Newton y el logro que obtuvo al descomponer la luz por medio de un prisma. Nuestra fascinación ha ido más allá, hemos ido en desarrollo de la fotónica, la cual se ha dedicado al estudio de pequeñas partículas de luz, fotones, y en general se puede definir como la tecnología de generación, control y detección de las ondas de luz. Hemos dejado atrás la era de la electrónica, y nos hemos centrado en algo con un mayor potencial, la nano fotónica, un área que promete la resolución de diversos problemas que aun aquejan a la fotónica en sí, es un área en desarrollo donde las escalas microscópicas se unen para dar origen a nuevos conocimientos.

La nanofotónica es actualmente concebida como una estructura de la luz en la que sólo es posible acceder a través de la escala nanométrica, por lo consiguiente se le denomina como la interacción de la luz con la materia a esta escala. Durante las últimas dos décadas, la nano fotónica, ha traído un campo de investigación activo (Yao et al., 2018) y se han diseñado diversos materiales estructurados con un gran potencial creciente.

Un cristal fotónico es una estructura periódicamente repetitiva que consta de más de dos materiales de diferentes constantes dieléctricas (Kwon et al., 2012) se caracterizan por tener una banda fotónica prohibida, esto significa que hay ciertas frecuencias en las que la luz se puede mover dentro del material o no, haciendo que la luz quede atrapada sin la posibilidad de moverse internamente. Las aplicaciones para estos materiales son ampliamente utilizadas para la óptica y microelectrónica, pues tienen propiedades muy importantes, por ejemplo, si en un cristal fotónico se crean defectos puntuales o lineales, se puede presentar luz en los defectos dando así longitudes de onda muy pequeñas. También pueden ser utilizados para la fabricación de cavidades ópticas, mismas que son utilizadas para atrapar rayos de luz por cierto periodo de tiempo, entre otras aplicaciones en óptica laser y/o óptica cuántica.

Para explicar que es un plasmón es conveniente utilizar una analogía con el fotón. Un fotón es una cuantización de la radiación electromagnética, esto hace que se comporte como una partícula. El plasmón es una cuasipartícula (una excitación elemental de un sistema físico formado por muchas partículas) resultado de la oscilación de la nube de electrones libres en los metales, formándose en la superficie. El comportamiento de la luz sobre los plasmones actúa de manera muy diferente que a nivel macroscópico. Además, las ondas electromagnéticas son mucho más grandes que las partículas, lo que

provoca que los plasmones oscilen de diferente manera de acuerdo con la frecuencia. Los plasmones tienen amplias aplicaciones en el área biomédica, como nanosensores utilizando métodos espectroscópicos para detectar biomoléculas o moléculas, debido a su alta sensibilidad a los campos electromagnéticos externos.

Otro de los grandes objetivos que han surgido en la nanofotónica son los metamateriales, los cuales fueron concebidos como un paradigma por sus inusuales propiedades electromagnéticas (Ren et al, 2011), dado que son capaces de curvar los campos eléctricos y magnéticos. Sus propiedades se deben primordialmente a su estructura en sub-longitudes de onda, estas son descritas mayoritariamente por la estructura interna diseñada más que por la composición química del material a gran escala (Klein et al., 2018). Poseen una propiedad única de refracción negativa ofreciendo, en algunos casos invisibilidad, también magnetismo artificial y contrariedad al Efecto Doppler, siendo que el modo de frecuencia de las ondas disminuye en lugar de aumentar al acercarse la fuente (Ministerio de Defensa & Sistema de Observación y Perspectiva Tecnológica, 2011). Estos materiales pueden conjuntarse con el potencial de los nanoplasmones y las metasuperficies, brindando metamateriales flexibles, y concediendo nuevas probabilidades de estudio (Reder et al., 2014).

Finalmente, la nanofotónica es un área emergente, que ha demostrado poseer varias características diferentes, que la hace única de otras disciplinas que se puedan presentar a nanoescala, ha presentado un gran interés desde su surgimiento, pues posibilita la creación de materiales y su estudio a través de la luz. Esta nueva ciencia presenta un gran potencial en nuestros días y en un futuro próximo.

Referencias

- [1] Klein, J. T., & Karpov, E. G. (2018). Negative extensibility metamaterials: phase diagram calculation. *Computational Mechanics*, 62(4), 669–683. <https://doi-org.udlap.idm.oclc.org/10.1007/s00466-017-1520-2>
- [2] Kwon, S.-H., Park, H.-G., & Lee, Y.-H. (2012). Photonic Crystal Lasers. *Semiconductors and Semimetals*, 301–333. doi:10.1016/b978-0-12-391066-0.00008-3
- [3] M. Ren et al., "Functional photonic metamaterials," *IEEE Photonic Society 24th Annual Meeting*, Arlington, VA, 2011, pp. 783-784, doi: 10.1109/PHO.2011.6110789.
- [4] Ministerio de Defensa & Sistema de Observación y Perspectiva Tecnológica. (2011). Los metamateriales y sus aplicaciones en defensa (1.a ed., Vol. 1). Ministerio de Defensa.
- [5] Noda, S., Mahi, F. T., & Zappe, H. (2016). Photonic Crystals. Reference Module in Materials Science and Materials Engineering. doi:10.1016/b978-0-12-803581-8.00555-5
- [6] P. Reader-Harris, M. Pietrzyk, Y. Shen, B. Kirkpatrick and A. Di Falco, "Flexible metamaterials for advanced photonics applications," 2014 *8th International Congress on Advanced Electromagnetic Materials in Microwaves and Optics*, Lyngby, 2014, pp. 109-111, doi: 10.1109/MetaMaterials.2014.6948612.
- [7] So, S., Park, N., Lee, H., & Rho, J. (2020). New trends in nanophotonics, *Nanophotonics*, 9(5), 983-985. doi: <https://doi.org/10.1515/nanoph-2020-0170>

[8] Yao, K., Unni, R., & Zheng, Y. (2019). Intelligent nanophotonics: merging photonics and artificial intelligence at the nanoscale, *Nanophotonics*, 8(3), 339-366. doi: <https://doi.org/10.1515/nanoph-2018-0183>

[9] Yew, R., Karuturi, S. K., Tan, H. H., & Jagadish, C. (2017). Nanostructured Photoelectrodes via Template-Assisted Fabrication. *Semiconductors for Photocatalysis*, 289–313. doi:10.1016/bs.semsem.2017.04.002

Acerca de los autores:

Litzy Lilian García Faustino. Estudiante de la Licenciatura de Nanotecnología e Ingeniería Molecular en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Anteriormente ha sido coautora para el artículo *Remediación ambiental de agua residual contaminada por metales pesados*, publicado en UDLAP Contexto.

José Pablo Estrella Leyva. Estudiante de la carrera Técnico Superior Universitario en Nanotecnología Área Materiales en la Universidad Tecnológica de Altamira. Asistió al congreso NANOCYTEC en 2019 realizó un curso en ingeniería en puntos cuánticos, nanomateriales superparamagnéticos por medio del INA.

Tags:

Litzy García, José Pablo Estrella, Nanoplasmonicos, plasmónicos, metamaterial, cristal fotónico, plasmón, nanofotónica, fotónica, Litzy Lilian García Faustino, José Pablo Estrella Leyva, Estudiantes UDLAP